

PERENCANAAN EMBUNG CABEAN DI KABUPATEN SUKOHARJO

Edo Himawan, Muhammad Donny Kusumo N, Sriyana^{*)}, Sugiyanto^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Pembangunan Embung Cabean merupakan salah satu upaya dalam rangka memenuhi kebutuhan air pada industri tekstil di Kecamatan Nguter Kabupaten Sukoharjo. Langkah awal yang dilakukan dalam mendesain Embung Cabean adalah analisis hidrologi yaitu analisis debit andalan, debit kebutuhan air dan debit banjir. Embung Cabean diproyeksikan untuk memenuhi kebutuhan air baku di satu kecamatan, kebutuhan air irigasi untuk DI (Daerah Irigasi) seluas 50 ha. Debit andalan yang digunakan adalah debit 80% terpenuhi. Debit banjir rencana Embung Cabean dihitung berdasarkan data curah hujan dan debit yang dipilih adalah Metode HSS Gamma 1 dengan PMF sebesar 393,68 m³/detik. Embung Cabean menggunakan tipe embung material urugan batu dengan inti lempung. Tinggi tubuh embung 18 meter dengan kemiringan 1: 2,25 di bagian hulu dan 1 : 1,75 di bagian hilir. Umur rencana embung 25 tahun dan volume tampungan sebesar 113.625 m³. Untuk bangunan pelimpah dengan lebar 30 m dan tipe kolam olak yang dipakai adalah USBR Tipe IV dengan dimensi kolam lebar 30 dan panjang 15 m. Pada terowongan pengelak dipakai terowongan dengan panjang 150 m dan diameter 5 m. Biaya pembangunan Embung Cabean diestimasikan sebesar Rp 21.343.482.440,00 (Dua Puluh Satu Miliar Tiga Ratus Empat Puluh Tiga Juta Empat Ratus Delapan Puluh Dua Ribu Empat Ratus Empat Puluh Rupiah) dengan lama waktu pelaksanaan 48 minggu.

kata kunci : *Embung Cabean, air baku*

ABSTRACT

The construction of small dams Cabean is an effort in order to meet the water needs of the textile industry in Nguter Subdistrict, Sukoharjo Regency. The first step to design Cabean Small Dam is hidrology analysis such as: dependable discharge and water requirement. The dam is projected to supply water requirement in one subdistricts, water requirement for irrigation which has 50 ha of areas. Dependable discharge is discharge mainstay 80% fulfilled. Flood discharge plan of The Cabean Small Dam is calculated from rainfall data and the result of flow is 393.86 m³/s which taken from HSS Gamma 1 with PMF. Cabean Small Dam is designed with rock fill dam type. The height of the dam is 18 meters with slope ratio 1:2.25 at the upper course and 1:1.75 at the lower course. For 25 years lifetime and storage capacity 113,625 m³. The spillway design is choosen with 30 m wide and with

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

stilling basin (USBR Type IV) which use 30 m of wide and 15 m of length as the dimension. The diversion tunnel design takes 150 m of length and 5 m of diameter. The cost of Cabean Small Dam Project is about Rp 21,343,482,440.00 (Twenty One Billion Thirty Hundred Fourty Three Million Four Hundred Eighty Two Thousand Four Hundred Fourty Rupiahs) with 48 weeks as time target of this project.

keywords: *Cabean Small Dam, raw water*

PENDAHULUAN

Kota Sukoharjo hingga saat ini sedang giat melaksanakan pembangunan diberbagai sektor terutama di sektor industri. Di dalam proses melaksanakan pembangunan yang bertujuan untuk pengembangan daerah perkotaan, pemerintah Kota Sukoharjo dalam hal ini sebagai pemrakarsa kegiatan menghadapi beberapa kendala atau permasalahan dalam pelaksanaan program tersebut.

Beberapa kendala atau permasalahan yang hingga kini memerlukan pemecahan baik secara pendekatan persuasif maupun dengan mengadakan kegiatan fisik, antara lain :

- a. Tingkat pertumbuhan penduduk yang sangat cepat dalam kurun waktu yang sangat pendek dengan penyebaran di wilayah kota yang tidak merata.
- b. Masih terdapat daerah pemukiman penduduk yang dibawah standar (kumuh) dalam jumlah dan luas yang cukup besar.
- c. Penyediaan sarana dan prasarana kota yang masih belum seimbang dengan jumlah penduduk.
- d. Kurang koordinasi antara pihak pihak terkait dalam hal ini pemerintah daerah dalam merumuskan suatu kegiatan pembangunan dan pengembangan kota.
- e. Mulai bermunculan industri tekstil yang mengakibatkan pada meningkatnya kebutuhan akan air.

ANALISIS HIDROLOGI

Analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan besarnya debit andalan untuk memenuhi kebutuhan berdasarkan potensi yang ada seperti kebutuhan air baku dan kebutuhan irigasi. Hal ini akan berpengaruh pada desain embung dan tampungan embung yang dibutuhkan. Dari analisis hidrologi akan didapat:

1. Debit Banjir Rancangan
2. Ketersediaan Air dan Debit Andalan
3. Kebutuhan Air.

Analisis Hubungan Elevasi dengan Volume Tampungan Embung

Untuk mencari volume tampungan dari kondisi topografi eksisting, dicari melalui luas permukaan genangan air embung yang dibatasi garis kontur, kemudian dicari volume yang dibatasi oleh dua garis kontur yang berurutan dengan menggunakan Persamaan 1 berikut ini (*Brazilian Electricity Regulatory Agency, 2000*) :

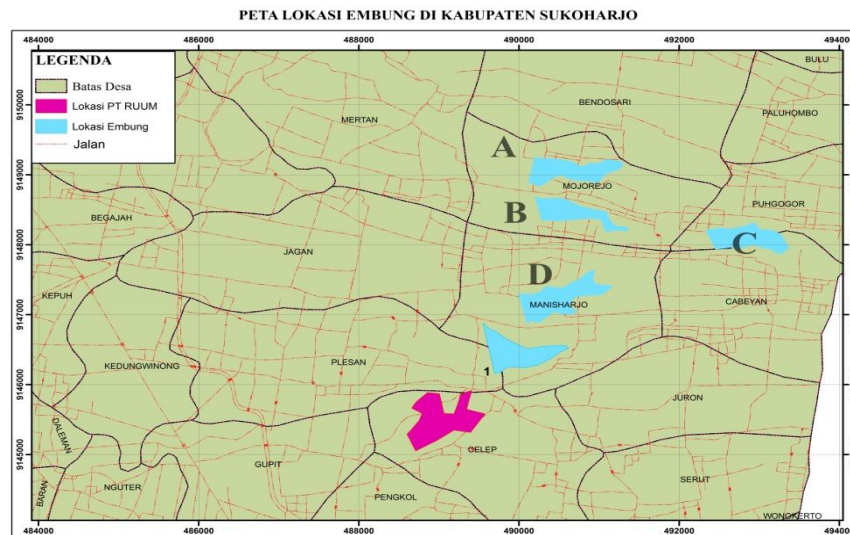
$$V = \left(\frac{E}{3} \right) \times (A + \sqrt{A \cdot B} + B) \quad (1)$$

V = volume embung(m³)

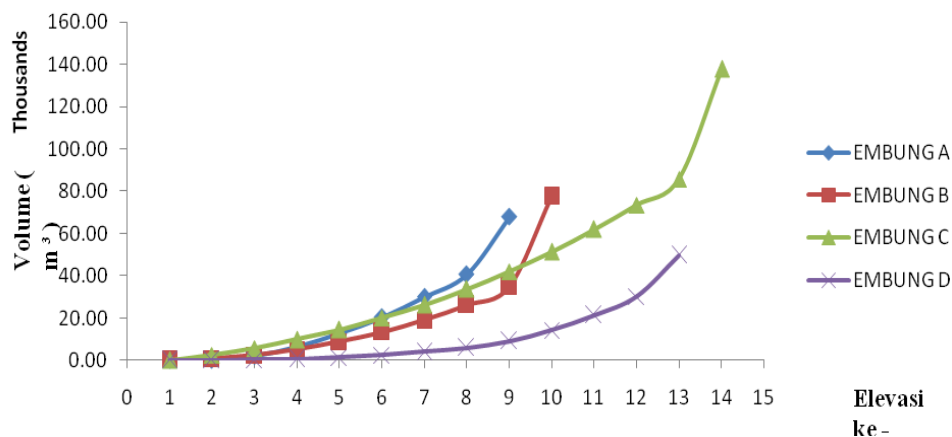
A = luas kontur A (m²)

E = beda elevasi antara permukaan A dan B (m) B = luas kontur B (m^2)

Dari hasil perhitungan volume tampungan embung tiap elevasi kemudian diakumulasi dan dibuat grafik hubungan antara elevasi kontur dengan luas area dan grafik hubungan antara elevasi kontur dengan volume embung. Dipilih 3 alternatif (Gambar 1) lokasi embung untuk mencari volume tampungan efektif.



Gambar 1. Alternatif Lokasi Embung



Gambar 2. Grafik Volume Tampungan Masing-masing Alternatif Lokasi

Dari ketiga lokasi tersebut A, B, C dan D, dengan beda elevasi yang sama, kapasitas tampungan embung yang maksimal adalah di lokasi C. Lokasi C lebih ekonomis dibandingkan dengan alternatif lainnya karena mempunyai panjang badan embung yang lebih pendek. Dengan demikian lokasi embung terpilih adalah di lokasi C.

Analisis Curah Hujan Daerah Sungai

Data yang digunakan adalah data hujan harian yang diolah menjadi data curah hujan rencana, yang kemudian diolah menjadi debit banjir rencana. Data hujan harian didapatkan dari beberapa stasiun di sekitar lokasi rencana embung.

Dalam analisis curah hujan rata – rata digunakan metode *Thiessen* dengan tiga stasiun hujan yang berpengaruh dalam perhitungan yaitu Stasiun Mojolaban, Stasiun Kemuning, dan Stasiun Ngadirojo. Perhitungan curah hujan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan dengan Metode *Thiessen*

No	Tahun	Januari				Februari			
		Sta.	Sta.	Sta.	RH	Sta.	Sta.	Sta.	RH
		Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana	Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	Bobot (%)	0,00	35,36	64,64		0,00	35,36	64,64	
1	2003	86	63	76	71,40	72	51	118	94,31
2	2004	51	70	43	52,55	49	51	69	62,64
3	2005	23	0	54	34,91	47	40	54	49,05
4	2006	62	46	73	63,45	73	50	55	53,23
5	2007	0	30	37	34,52	70	92	105	100,40
6	2008	47	61	70	66,82	67	55	51	52,41
7	2009	0	75	184	145,46	50	56	53	54,06
8	2010	18	45	102	81,84	26	20	81	59,43
9	2011	15	52	37	42,30	14	50	43	45,48
10	2012	78	50	78	68,10	67	46	68	60,22

Maret				April			
Sta.	Sta.	Sta.	RH	Sta.	Sta.	Sta.	RH
Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana	Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00	35,36	64,64		0,00	35,36	64,64	
99	64	109	93,09	14	40	39	39,35
33	64	72	69,17	54	41	59	52,64
58	84	72	76,24	37	48	62	57,05
38	30	25	26,77	42	36	0	12,73
61	55	120	97,02	71	98	39	59,86
59	60	59	59,35	51	45	40	41,77
46	74	72	72,71	56	0	50	32,32
31	89	140	121,97	17	30	56	46,81
28	80	43	56,08	24	28	45	38,99
33	42	42	42,00	31	44	95	76,97

Mei				Juni			
Sta.	Sta.	Sta.	RH	Sta.	Sta.	Sta.	RH
Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana	Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00	35,36	64,64		0,00	35,36	64,64	
41	47	52	50,23	15	15	52	38,92
33	47	40	42,48	15	15	40	31,16
0	8	63	43,55	23	0	63	40,72
46	30	109	81,07	0	0	109	70,46
11	30	10	17,07	63	16	10	12,12
17	70	43	52,55	0	11	43	31,68
35	57	45	49,24	0	0	45	29,09
19	60	38	45,78	6	23	38	32,70
33	60	83	74,87	15	69	83	78,05
32	64	109	93,09	0	0	109	70,46

Juli				Agustus			
Sta.	Sta.	Sta.	RH	Sta.	Sta.	Sta.	RH
Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana	Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00	35,36	64,64		0,00	35,36	64,64	
11	3	16	11,40	7	5	14	10,82
26	6	16	12,46	7	5	14	10,82
21	0	46	29,73	7	0	12	7,76
0	0	0	0,00	0	0	0	0,00
16	0	13	8,40	0	0	10	6,46
0	0	0	0,00	0	0	15	9,70
0	0	23	14,87	0	0	0	0,00
4	20	49	38,75	4	40	47	44,52
17	0	0	0,00	0	0	0	0,00
0	0	0	0,00	0	0	0	0,00

September				Oktober			
Sta.	Sta.	Sta.	RH	Sta.	Sta.	Sta.	RH
Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana	Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00	35,36	64,64		0,00	35,36	64,64	
9	17	20	18,94	26	21	25	23,59
11	17	16	16,35	53	10	30	22,93
9	65	56	59,18	26	0	0	0,00
0	0	0	0,00	0	0	0	0,00
0	0	0	0,00	32	45	31	35,95
0	0	5	3,23	56	42	75	63,33
0	0	0	0,00	21	29	32	30,94
7	67	78	74,11	14	40	69	58,75
0	0	0	0,00	19	24	50	40,81
0	0	0	0,00	6	0	0	0,00

Nopember				Desember			
Sta.	Sta.	Sta.	RH	Sta.	Sta.	Sta.	RH
Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana	Mojolaban	Ngadirojo	Kemuning	Rencana
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
0,00	35,36	64,64		0,00	35,36	64,64	
38	45	25	32,07	36	75	24	42,03
71	20	53	41,33	74	75	64	67,89
38	27	106	78,07	36	65	73	70,17
0	51	0	18,03	36	65	64	64,35
45	70	40	50,61	78	203	270	246,31
0	155	70	100,06	0	0	30	19,39
27	26	0	9,19	18	20	34	29,05
17	0	43	27,80	23	72	59	63,60
18	53	95	80,15	39	85	63	70,78
25	0	49	31,67	36	87	63	71,49

Sumber : hasil perhitungan, 2014

Berdasarkan analisis distribusi data hujan menggunakan distribusi sebaran Log Pearson Tipe III di dapat rekapitulasi curah hujan rencana pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III

No	Periode	Rt (Curah Hujan Rencana) mm
1	2	93,1259
2	5	129,6953
3	10	165,1575
4	25	225,9312
5	50	285,6539
6	100	360,6467
7	200	454,8385

Sumber : hasil perhitungan, 2014

Perhitungan debit rencana menggunakan beberapa metode, antara lain Rasional, Weduwen, Haspers, dan HSS Gamma I. Hasil perhitungan debit rencana dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

Periode Ulang	Q (m ³ /det)						
	Weduwen	Harspers	Rasional	Melchior	HSS Gama 1	PMF	Passing Capacity
2	35,79	56,36177	28,69187	35,21993	42,13		
5	54,46	78,49432	39,9588	53,33321	66,49		
10	73,45	99,95683	50,88464	72,08366	71,57		
25	107,33	136,7383	69,60885	106,7646	130,59	393,68	7,053427
50	141,11	172,8838	88,00926	143,1384	170,37		
100	184,96	218,271	111,1144	191,4523	220,32		
200	241,02	275,2779	140,1347	255,8758	283,05		

Sumber : hasil perhitungan, 2014

Hasil perhitungan debit banjir rencana dengan metode *PMF* sebesar 393,68 m³/detik digunakan sebagai kontrol dalam menentukan nilai debit banjir rencana yang diperoleh dari metode perhitungan debit banjir rencana yang menggunakan data curah hujan.

Berdasarkan pertimbangan kelas embung (Embung Urugan < 80 m dengan konsekuensi kecil), keamanan dan efisiensi serta ketidakpastian besarnya debit banjir yang terjadi di daerah tersebut (SNI 03-3432-1994), maka dipilih debit banjir dari metode HSS Gama 1 dengan periode ulang 200 tahun = 283,05m³/detik.

Analisis Debit Andalan

Perhitungan debit andalan dengan menggunakan cara analisis *water balance* dari Dr. F.J Mock berdasarkan data curah hujan bulanan, jumlah hari hujan, evapotranspirasi, dan karakteristik hidrologi daerah pengaliran. Hasil perhitungan debit andalan disajikan dalam Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Debit Andalan (satuan m³/det)

Tahun	Bulan											Rata	Di	%	%	
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	Rata	Urutkan	kejadian	Terjadi
2003	3,85	4,65	2,80	1,39	1,31	0,82	0,72	0,68	0,54	1,12	1,57	1,54	1,73	0,72	9,09	90,91
2004	4,10	3,73	3,20	3,00	1,92	1,01	0,83	0,75	0,74	1,31	2,47	2,95	2,23	1,59	18,18	81,82
2005	3,13	2,83	2,60	2,10	1,32	1,52	0,90	0,35	0,98	0,54	2,45	4,11	2,07	1,73	27,27	72,73
2006	4,60	3,27	1,55	0,44	2,72	0,69	0,47	0,24	0,35	0,49	0,54	2,67	1,59	2,07	36,36	63,64
2007	0,79	1,06	0,78	0,46	0,31	0,64	0,29	0,07	0,24	0,55	0,73	0,82	0,72	2,15	45,45	54,55
2008	3,95	6,55	6,34	3,08	1,68	0,96	0,67	0,44	0,47	2,48	2,66	2,40	2,50	2,23	54,55	45,45
2009	7,30	5,63	3,84	6,90	4,80	1,71	1,26	0,64	0,65	1,01	0,67	1,31	2,85	2,48	63,64	36,36
2010	4,89	5,16	5,51	2,21	3,26	4,48	2,56	5,29	3,67	3,30	5,20	3,37	4,02	2,50	72,73	27,27
2011	3,32	2,63	4,36	4,81	2,43	1,02	0,66	0,39	0,46	1,05	3,56	3,75	2,48	2,85	81,82	18,18
2012	4,09	3,32	2,06	3,18	1,74	0,76	0,53	0,27	0,38	0,49	2,46	4,36	2,15	4,02	90,91	9,09

Sumber : hasil perhitungan, 2014

Debit andalan yang digunakan adalah debit andalan dengan kemungkinan terpenuhi 90%. Data debit diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil, selanjutnya dihitung kemungkinan terpenuhi dengan Persamaan 2.

Dengan perhitungan di atas, yang digunakan untuk perhitungan adalah data curah hujan pada no urut ke-2 dari yang terkecil yaitu debit andalan pada tahun 2006 dimana kemungkinan terpenuhi debitnya mencapai lebih dari 90% yaitu sebesar 1,59 m³/detik.

Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air irigasi dan air baku di daerah yang akan dilayani oleh Embung Cabean adalah sawah eksisting dan pembukaan lahan baru dengan luas total lahan 50 ha.

Analisis Volume Tampungan Embung Total

Volume tampungan embung total dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Neraca Air

Bulan	Jmlh hari	Inflow				Kebutuhan				Surplus (+)			
		Debit		Komulatif	Air baku	Irigasi		Evaporasi	Rembesan	Jumlah	Kumulatif	Defisit (-)	komulatif
		m ³ /dt	m ³ /bln			m ³ /bln	m ³ /bln						
Jan	31	4,60	12.331.559	12.331.559	496.043	1	31.792,62	1.022	49.604	584.200	584.200	11.747.359	11.747.359
Feb	28	3,27	7.921.476	20.253.035	448.039	1	50.748,60	766	44.804	620.943	1.205.143	7.300.533	19.047.892
Mar	31	1,55	4.153.228	24.406.263	496.043	1	70.335,01	959	49.604	660.909	1.866.052	3.492.319	22.540.211
Apr	30	0,44	1.147.128	25.553.391	480.042	1	111.178,33	1.763	48.004	752.896	2.618.949	394.232	22.934.443
Mei	31	2,72	7.284.545	32.837.937	496.043	1	81.470,94	1.785	49.604	668.145	3.287.093	6.616.401	29.550.843
Jun	30	0,69	1.797.191	34.635.128	480.042	1	30.309,15	1.888	48.004	582.606	3.869.699	1.214.585	30.765.429
Jul	31	0,47	1.271.275	35.906.403	496.043	1	18.543,63	2.546	49.604	607.423	4.477.122	663.852	31.429.281
Agust	31	0,24	634.119	36.540.523	496.043	1	63.107,61	3.265	49.604	681.345	5.158.467	(47.225)	31.382.056
Sep	30	0,35	914.147	37.454.670	480.042	1	45.380,57	2.135	48.004	597.446	5.755.912	316.701	31.698.757
Okt	31	0,49	1.319.561	38.774.230	496.043	1	66.325,47	703	49.604	754.170	6.510.082	565.391	32.264.148
Nop	30	0,54	1.394.297	40.168.528	480.042	1	99.643,10	664	48.004	709.719	7.219.801	684.578	32.948.727
Des	31	2,67	7.150.185	47.318.713	496.043	1	66.479,49	438	49.604	683.809	7.903.610	6.466.377	39.415.103

Sumber : hasil perhitungan, 2014

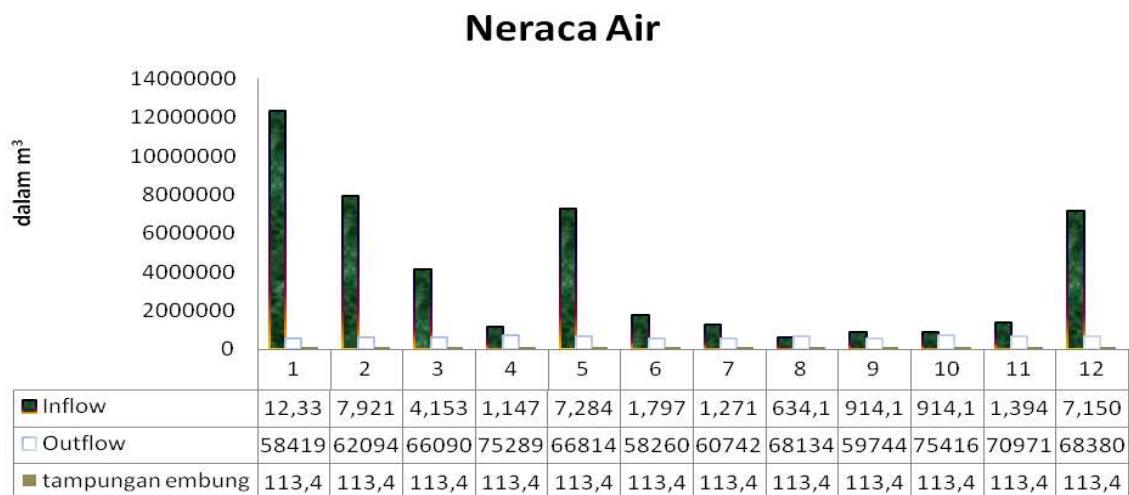
Dari hitungan neraca air tersebut, volume defisit maksimal terjadi hanya di bulan Agustus sebesar 47.225 m³. Sehingga volume tampungan embung yang dibutuhkan:

1. Kebutuhan volume tampungan normal : 47.225 m³ (efektif)
2. Volume *dead storage* : 66.250 m³ (selama 25 tahun)

Sehingga volume total : 47.225 m³ + 66.250 m³ : 113.475 m³ (pada elevasi +177,17 m). Pada Tabel 4.55 (Perhitungan *Flood Routing* dengan debit banjir *PMF*) di dapat elevasi muka air banjir pada elevasi + 178,749. Elevasi muka air tersebut ditambahkan dengan tinggi jagaan sebesar 2 m, maka puncak embung kami pada elevasi +180,749 (dibulatkan + 181).

Analisis Neraca Air

Dari perhitungan debit andalan dan kebutuhan air, kemudian dibuat neraca air (Gambar 3) untuk mengetahui kemampuan embung untuk melayani kebutuhan air.



Gambar 3. Grafik Neraca Air Setelah Ada Embung

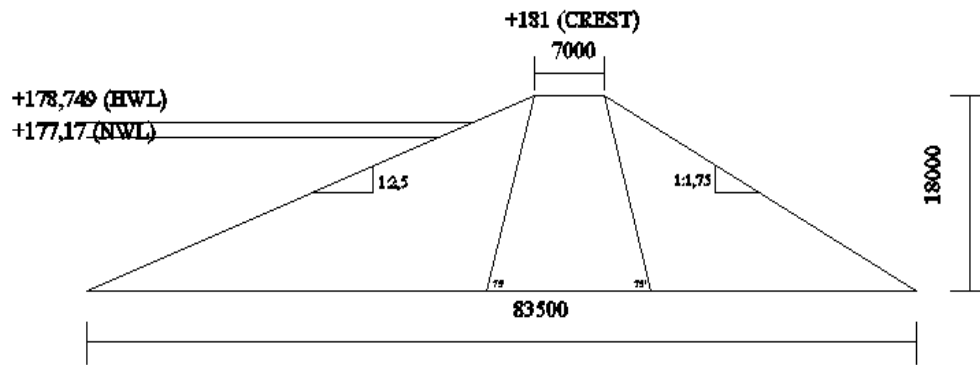
PERENCANAAN KONSTRUKSI EMBUNG

Perencanaan Dimensi Embung

Embung Cabean berfungsi sebagai penyedia air baku, juga untuk memenuhi kebutuhan air irigasi Kabupaten Sukoharjo dan Kecamatan Nguter. Perencanaan ini dibatasi pada perencanaan tubuh embung, analisis stabilitas, dan bangunan pelengkap, yang meliputi bangunan pelimpah dan bangunan penyadap.

Berdasarkan analisis tampungan embung, muka air normal, banjir dan tampungan mati, didapat dimensi tubuh embung sebagai berikut :

- Lebar mercu embung 7 m
- Lebar dasar embung 83,5 m
- Panjang embung 101 m.

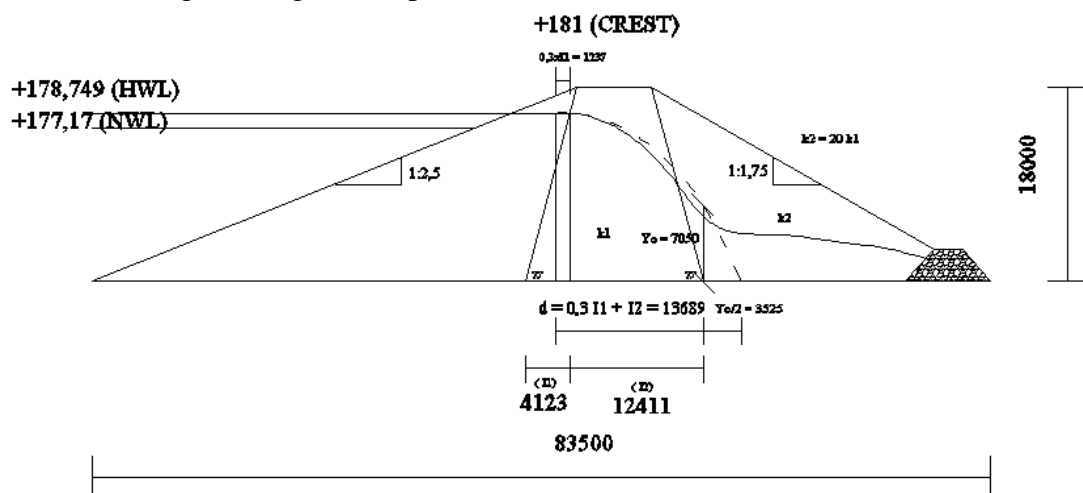


Gambar 4. Sketsa Penentuan Tinggi, Lebar, dan Panjang Dasar Embung

Stabilitas Tubuh Embung

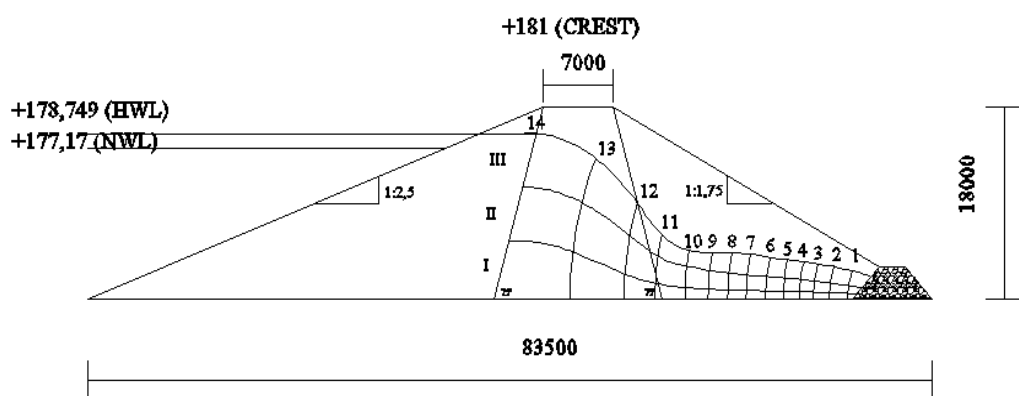
Tinjauan stabilitas tubuh embung meliputi tinjauan terhadap :

1. Stabilitas lereng embung terhadap filtrasi



Gambar 5. Formasi Garis Depresi pada Embung

2. Stabilitas lereng embung terhadap jaringan trayektori (*Seepage – Flow Net*)



Gambar 6. Jaringan Triyektori Aliran Filtrasi

Dari keterangan diatas, dapat diambil kesimpulan:

- a. Dari analisis filtrasi didapat garis depresi aliran tidak keluar dari lereng hilir sehingga dapat disimpulkan embung aman, hanya diperlukan saluran drainase untuk mengalirkan rembesan air.
- b. Stabilitas lereng embung terhadap longsor Kemiringan Lereng Embung (*slope gradient*) dengan pertimbangan keamanan stabilitas longsor, maka diambil kemiringan 1:2,25 untuk sebelah hulu dan 1:1,75 untuk sebelah hilir.

RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN

Rencana Anggaran Biaya untuk desain Embung Cabean adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Rencana Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Total
I	Pekerjaan Persiapan	Rp 18.949.974,50
II	Pekerjaan Pengelak	Rp 1.474.029.400,67
III	Pekerjaan Utama	Rp 9.236.944.424,68
IV	Pekerjaan Pelimpah	Rp 8.462.884.191,03
V	Pekerjaan <i>Tower Intake</i>	Rp 210.357.863,95
	Total	Rp 19.403.165.854,83
	Ppn 10%	Rp 1.940.316.585,48
	Total + Ppn 10%	Rp 21.343.482.440,32
	Dibulatkan	Rp 21.343.482.500,00
	Terbilang	
	Dua Puluh Satu Milyar Tiga Ratus Empat Puluh Tiga Juta Empat Ratus Delapan Puluh Dua Ribu Lima Ratus Rupiah	

Sumber : hasil perhitungan, 2014

Pelaksanaan Pekerjaan Embung Cabean direncanakan dengan waktu 48 minggu.

KESIMPULAN

Hal-hal yang dapat disimpulkan dari perencanaan Embung Cabean di Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah adalah:

1. Perencanaan Embung Cabean dimaksudkan sebagai pemenuhan kebutuhan air baku.
2. Data teknis hasil perencanaan Embung Cabean:
 - a. Luas DAS Cabean 22,184 km² dan panjang sungai 6,446 km.
 - b. Luas genangan Embung Cabean yaitu 16.374,67 m²
 - c. Volume tampungan Embung Cabean sebesar 113.475 m³, dengan elevasi muka air normal + 177,17 m.
 - d. Perencanaan Embung Cabean dibangun dikoordinat X : 100,165 dan Y : +200,325.
 - e. Embung Cabean dibangun dengan tipe dam urugan batu dengan inti lempung.
 - f. Embung Cabean memiliki panjang efektif sebesar 83,5 m dan lebar 101 m.
 - g. Perencanaan Embung Cabean menggunakan Q banjir *PMF* (*Probable Maximum Flood*) sebesar 393,68 m³/det.

- h. *Spillway* direncanakan dengan menggunakan debit *PMF* 386,81 m³/det, dengan elevasi muka air banjir + 178,749 m.
- i. Tinggi *Dam* Embung Cabeledan setinggi 18 m sedangkan lebar puncak sebesar 7 m dengan elevasi puncak +181 m.
- j. *Spillway* Embung Cabeledan memiliki panjang efektif 55 m, dan dengan lebar 30 m.
- k. Kolam olak yang digunakan adalah kolam olak *USBR* tipe IV, dengan panjang : 15 m dan lebar : 30 m.
- l. Rencana Anggaran Biaya konstruksi Embung direncanakan sebesar Rp. 21.343.482.440 (Dua puluh satu milyar tiga ratus empat puluh tiga juta empat ratus delapan puluh dua ribu empat ratus empat puluh rupiah). Dengan waktu pelaksanaan 48 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, DPU, Dirjen Pengairan. 1986. *Buku Petunjuk Perencanaan Irigasi*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung.
- _____, DPU, Dirjen Pengairan. 1986. *KP-02*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung.
- _____, DPU, Dirjen Pengairan. 1986. *KP-03*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung.
- _____, DPU, Dirjen Pengairan. 1986. *KP-04*. Penerbit CV. Galang Persada, Bandung.
- Christady Hardiyatmo, Hary. *Mekanika Tanah II*. Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Gunawan, Rudy 1993. *Pengantar Teknik Fondasi*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert, Sugiyanto,. 2000. *Banjir*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Loebis, Joesron 1987. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- Soedibyo,. 1993. *Teknik Bendungan*. Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soemarto, C.D., 1999. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono, Kensaku, Takeda, 2002. *Bendungan Type Urugan*. Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono, Kensaku, Takeda, 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. Penerbit Pradnya Paramitha, Jakarta.
- Sri Harto, BR., 1993. *Analisis Hidrologi*. Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa UGM, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang., 1996. *Hidraulika II*. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta
- Triatmodjo, Bambang., 2009. *Hidrologi Terapan*. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Wesley, L.D., 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.